

174#2

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Appln. Of: KIM et al.

Serial No.: 10/038,553

Filed: January 4, 2002

For: APPARATUS AND METHOD FOR SURFACE CLEANING USING PLASMA

DOCKET: LEE OP1008



COPY OF PAPERS
ORIGINALLY FILED

Assistant Commissioner of Patents & Trademarks
Washington, D.C. 20231

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Dear Sir:

Submitted herewith are certified copies of Korean Patent Application No. 2001-0001018 filed January 8, 2001, and Korean Patent Application No. 2001-0079425 filed December 14, 2001, in support of Applicants' priority claim under 35 USC 119.

Respectfully submitted,

Norman P. Soloway
Attorney for Applicants
Reg. No. 24,315

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to: Assistant Commissioner of Patents, Washington, D.C. 20231 on February 13, 2002, at Tucson, Arizona.

HAYES SOLOWAY P.C.
130 W. CUSHING STREET
TUCSON, ARIZONA 85701

TEL. 520.882.7623
FAX 520.882.7643

By Sharon McKnight

RECEIVED
MAR 05 2002
TC 1700



대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2001년 제 79425 호
Application Number PATENT-2001-0079425

출원년월일 : 2001년 12월 14일
Date of Application DEC 14, 2001

출원인 : (주)에이피엘
Applicant(s) APL Co., Ltd.

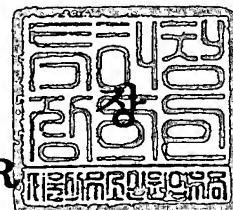
RECEIVED
MAR 05 2002
TC 1700



2002 년 01 월 15 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】 특허출원서
【권리구분】 특허
【수신처】 특허청장
【제출일자】 2001.12.14
【국제특허분류】 H01L
【발명의 명칭】 플라즈마를 이용한 표면처리 장치 및 방법
【발명의 영문명칭】 APPARATUS AND METHOD FOR DRY SURFACE CLEANING USING PLASMA

【출원인】

【명칭】 (주)에이피엘
【출원인코드】 1-2001-034769-1

【대리인】

【성명】 권혁록
【대리인코드】 9-1998-000115-1

【발명자】

【성명의 국문표기】 이길광
【성명의 영문표기】 LEE, Gil Gwang
【주민등록번호】 631206-1347616
【우편번호】 423-060
【주소】 경기도 광명시 하안동 주공아파트 812-405
【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 김정호
【성명의 영문표기】 KIM, Jung Ho
【주민등록번호】 690105-1449626
【우편번호】 462-120
【주소】 경기도 성남시 중원구 상대원동 선경아파트 102-1408
【국적】 KR

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인
 권혁록 (인)

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 10 면 10,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 0 항 0 원

【합계】 39,000 원

【감면사유】 소기업 (70%감면)

【감면후 수수료】 11,700 원

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통 2. 소기업임을 증명하는
서류_1통 3. 위임장_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 실리콘 기판 표면의 자연산화막, 화학적 산화막 또는 실리콘 표면 손상층, 메탈표면의 오염물질 등을 제거하기 위한 플라즈마를 이용한 표면처리 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히, 플라즈마 발생 부위와 기판 사이에 접지된 그리드(Grid) 또는 배플(Baffle)을 설치하여 전하를 흡수함으로써 주로 라디칼(Radicals)을 기판 위치로 통과시키고, 제2공정 가스로 HF가스를 사용하여 실리콘 기판 표면의 자연산화막, 화학적으로 생성된 원치 않는 산화막 또는 콘택홀 형성을 위한 식각시 발생된 실리콘 기판 표면의 손상을 제거하고, 각 웨이퍼 공정 후 컨디셔닝 가스를 유입하여 챔버 내부 환경을 일정하게 유지함으로써 공정 재현성을 향상시킨다.

【대표도】

도 3

【색인어】

자연산화막, 산화막제거, 콘택저항, 마이크로 웨이브 플라즈마, 리모트 플라즈마, 건식세정

【명세서】

【발명의 명칭】

플라즈마를 이용한 표면처리 장치 및 방법{APPARATUS AND METHOD FOR DRY SURFACE CLEANING USING PLASMA}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 불산 도포장치의 개략적인 구성도.

도 2는 종래의 플라즈마를 이용한 식각장치의 개략적인 구성도.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 식각 장치의 구성도.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈마 식각 장치의 구성도.

도 5a 내지 도 5e는 본 발명의 일 실시예에 따른 자연산화막 및 실리콘 기판 표면의 손상부위 제거과정을 나타내는 단면도.

도 6a 및 도 6b는 콘택 프로파일을 나타내는 SEM 도.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<7> 본 발명은 플라즈마를 이용한 표면처리 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 반도체 또는 TFT(Thin Film Transistor: 이하 TFT라 칭함)LCD(Liquid Crystal Display: 이하 LCD라 칭함) 등 집적회로의 제조 과정에서 대기중의 산소가 실리

콘표면과 반응하여 생기는 자연 산화막(native oxide)이나 공정과정에서 실리콘 표면에 화학적으로 성장된 산화막, 실리콘 표면의 손상층(damaged layer) 또는 실리콘 표면 및 콘택홀의 측벽에 발생하는 오염물질 등을 제거하기 위한 플라즈마를 이용한 표면처리 장치 및 방법에 관한 것이다.

- <8> 일반적으로, 반도체 또는 TFT LCD, FPD(Flat Panel Display) 등의 집적회로 제조를 위해서는, 하부의 실리콘 기판상에 형성된 소자들을 금속층에 의해 배선하기 위한 금속배선공정(metalization)이 필요하며, 이를 위해서는 콘택홀을 형성하는 과정이 필수적이다. 콘택홀을 형성하기 위해서는 플라즈마(plasma)를 이용한 산화막의 건식식각(dry etch)에 의한 것이 일반적이며, 이때 콘택홀을 형성하는 과정 중 하부의 실리콘 표면이 드러나게 된다. 따라서, 건식식각 이후, 실리콘 표면에는 식각과정 중 플라즈마로부터 이온(ion) 충격 등에 의한 손상층(damaged layer)이 형성되며, 또한, 식각을 위한 반응성 가스들로부터 해리된 물질들과 식각된 물질들로 구성된 오염물질들이 실리콘 표면 및 측벽에 부착되게 된다. 이러한 손상층 및 오염물질은 콘택저항(contact resistance)의 증가나 누설전류(leakage current) 증가 등 소자특성에 치명적인 결함의 원인이 될 수 있기 때문에, 집적회로 제조공정에서는 건식세정 또는 습식세정을 통하여 이를 제거하고 있다. 또한, 이러한 손상층 및 불순물 이외에도 실리콘 표면에는 공기중의 산소와 반응하여 형성되는 자연 산화막(native oxide layer)이 존재하게 되므로, 콘택홀 형성 이후 도전성 물질의 증착 이전에 건식세정 또는 습식세정 등의 표면처리를 통하여 자연 산화막을 제거하는 공정도 필요하게 된다.

- <9> 또한, 화학적 산화막의 발생도 문제가 되는데, 실리콘 표면에 식각 후처리 공정에서 사용하는 H_2O_2 , H_2SO_4 및 순수(DI) 혼합용액과 반응하여 화학적으로 산화막이 형성되기도 한다. 이렇게 형성된 산화막은 후속 공정에 영향을 주고, 전기적 접촉특성을 나쁘게 하는 등 제조된 반도체 또는 TFT LCD 회로의 특성을 저하시키는 원인이 된다.
- <10> 또한, 최근에는 집적회로 선폭의 감소추세와 더불어 자기정렬 콘택 (self-aligned contact: 이하 SAC라 칭함) 구조의 채용이 일반화되고 있다. 이와 같은 SAC 식각 공정에서는 공정 진행중 실리콘 질화막으로 이루어진 식각 스톱퍼 (etch stopper)층이 노출되게 되는데, 그에 따라 식각 공정 후의 표면처리 과정에서 실리콘 산화막으로 이루어진 측벽이 식각되지 않아야 함은 물론이며, 질화막의 식각이 발생되지 않아야 위의 질화막으로 둘러싸인 전극부위와 콘택홀을 채우게 되는 도전물질간의 단락(short) 또는 누설전류를 방지할 수 있다.
- <11> 또한, 콘택홀 하부의 실리콘 기판 표면이 드러나지 않는 경우에도, 게이트 또는 커패시터 제조용의 폴리실리콘 전극 이나 배선 표면이 노출되는 경우가 있는데, 이와 같은 경우에도 상기 실리콘 기판표면이 드러나는 경우와 마찬가지로 손상층, 산화막 또는 오염물질을 제거할 필요가 있다.
- <12> 경우에 따라서는, 하부의 게이트 전극이나 메모리의 비트 라인(bit line)에 메탈(metal)을 사용하게 되는데, 콘택홀 식각시 메탈 상부가 드러나게 된다. 이때도 메탈 상부 및 벽면의 오염물질을 제거해야 하며, 식각된 메탈 성분이 오염물질에 함유되어 있어 용이하게 제거되지 않으므로 공정상 각별한 주의가 요망된다.

<13> 도 1은 종래의 불산 도포장치의 개략적인 구성도로써, 불산액(10), 가열챔버(20), 기관(30), 기관적재부(40), 불산용액저장탱크(50), 상기 탱크내의 불산용액(60), 불산이 공급되는 유입관(70, 80) 등을 구비한다. 산화막 형성을 방지하기 위하여 실리콘표면에 산소와 반응하는 불산층을 형성하여 산소를 사전에 제거함으로써 자연 산화막의 형성을 방지하는 방법으로 불산도포장치를 이용하여 불산증기를 만들어 실리콘표면에 불산층을 형성하고 상기 불산층에 열을 가하여 경화시키는 방법이다. 이렇게 하면, 상기 불산층이 형성된 기관을 식각하기 위하여 식각장치내로 운반할 때 유입되거나 식각장치내에 잔류하는 산소는 공정챔버내의 내부열에 의하여 열처리되는 기관의 표면에 형성된 불산층과 상호 화학적으로 반응함으로써 제거된다. 보다 자세한 구성은 1999년 7월 5일 공개된 공개번호 특1999-0050477 (자연산화막의 형성을 방지하는 기관 제조방법 및 장치)에 개시되어 있다.

<14> 그러나, 상기 종래 기술은 장비구성과 개념이 단순하다는 장점에도 불구하고 미세한 공정변수들을 효과적으로 제어하기 어렵다는 문제가 있다.

<15> 또한, 표면처리를 위해서는 자외선(UV)과 오존(O₃)을 사용하는 방법 및 장치도 있는데, 이는 실리콘 표면을 자외선에 의하여 해리된 오존과의 반응을 이용하여 산화시키고 이 산화층을 습식으로 제거하는 방법이다. 이 방법은 실리콘표면 산화 시 많은 시간이 걸리기 때문에 공정의 진행이 늦어진다는 단점이 있다.

<16> 도 2는 종래의 플라즈마를 이용한 식각장치의 개략적인 구성도로, 제 1공정 가스 유입부(90)로 H₂ 와 N₂를 유입시켜 플라즈마발생부(100)에서 플라즈마를 발생시킨 후 제2가스유입구(110)를 통해 NF

3를 유입시키는 방법이다. 이렇게 하여 챔버(140)내의 실리콘기판(120)을 식각하고 배출구(130)를 통하여 가스가 배출된다. 이 방법은 일본특허공개번호 평 6-338478에 개시되어 있다.

<17> 그러나 상기 종래 기술은 NF_3 가스를 공정가스로 주로 사용하는데 이 경우 플라즈마에 의한 해리 및 활성화가 활발하여 식각과정에 직접 참여하는 불소 원자 및 이온의 발생이 과다하여 실리콘표면이 손상층을 넘어 과다 식각되거나, 이때 식각되지 말아야 할 BPSG 산화막 또는 질화막이 함께 식각되는 문제가 발생할 수 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<18> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 본 발명의 일목적은 게이트 산화막 성장전에 실리콘 표면에 형성된 자연산화막 또는 화학적 산화막을 제거함으로써 게이트 산화막의 특성저하를 방지하는 플라즈마를 이용한 표면처리 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

<19> 본 발명의 다른 목적은 콘택홀 형성을 위한 절연막 식각시 노출되는 실리콘 표면에 형성되는 자연산화막 또는 화학적 산화막 및 실리콘표면의 손상층 및 오염물질을 제거함으로써 콘택홀 저항 증가 및 누설전류의 증가를 방지하기 위한 플라즈마를 이용한 표면처리 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

<20> 본 발명의 또 다른 목적은 하부의 메탈층과의 배선을 위한 콘택홀 식각시, 콘택홀 측벽과 하부의 메탈층 상부에 발생하는 폴리머등 오염물질을 제거하기 위한 플라즈마를 이용한 표면처리 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

- <21> 본 발명의 또 다른 목적은 에피택셜(epitaxial) 실리콘 성장 공정에서 실리콘 표면의 자연 산화막 또는 화학적 산화막을 제거하여 양질의 에피택셜 실리콘을 성장시키기 위한 집적회로 제조를 위한 플라즈마를 이용한 표면처리 장치 및 방법을 제공하는데 있다.
- <22> 본 발명의 또 다른 목적은 반구형(HSG) 실리콘 형성 공정에서 하부막인 실리콘 표면의 자연산화막 또는 화학적 산화막을 제거하여 양질의 반구형을 성장시키기 위한 플라즈마를 이용한 표면처리 장치 및 방법을 제공하는데 있다.
- <23> 본 발명의 또 다른 목적은 공정 재현성을 향상시킬 수 있는 플라즈마를 이용한 표면처리 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <24> 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일실시예에 따른 플라즈마를 이용한 표면처리 장치는 진공 유지가 가능한 챔버; 상기 챔버 내에 설치되며, 실리콘기판을 적재하는 기판적재부; 상기 챔버 내로 플라즈마 발생 및 유지를 위한 제1공정가스를 유입하는 제1 공정가스 유입부; 상기 유입된 제1공정가스를 플라즈마화시키는 플라즈마 발생부; 상기 챔버 내, 상기 플라즈마 발생부와 상기 기판적재부 사이에 설치되며, 상기 플라즈마 발생부에 의하여 형성된 플라즈마 중 주로 라디칼만을 기판 쪽으로 통과시키기 위한 여과부; 상기 플라즈마 발생부와 상기 여과부 사이의 소정부위에 설치되며, 제2공정가스를 상기 챔버 내로 유입하는 제2공정가스 유입부; 및 각 웨이퍼 공정 진행 후 챔버 내의 환경을 일정

하게 유지하기 위한 제3공정가스를 상기 챔버 내로 유입하는 제3공정가스 유입부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<25> 바람직하게는 상기 플라즈마 발생부는 마이크로웨이브 발생장치를 상기 플라즈마 발생을 위한 에너지 공급원으로 사용하는 것을 특징으로 한다.

<26> 바람직하게는 상기 챔버 벽면을 소정 온도로 유지하도록 하는 가열부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

<27> 또한, 상기 여과부가 접지되어 있거나, 구형파 또는 정현파의 교류전압이 인가된 배플(Baffle) 또는 그리드(Grid)를 사용할 수 있음을 특징으로 한다.

<28> 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 플라즈마를 이용한 표면처리 방법은 실리콘기판 위에 절연층을 포함하여 적어도 하나 이상의 층을 적층한 후, 콘택홀을 형성하기 위한 식각시 유발되는 상기 실리콘기판 표면의 손상부위 및 원치않는 산화막을 제거하기 위한 반도체 소자 제조방법에 있어서, 상기 원치않는 산화막 상부에 폴리머막을 형성하는 단계; 열처리하여 상기 폴리머막 구성물질 및 원치않는 산화막 구성물질을 분해하여 제거하는 단계; 및 상기 실리콘기판 표면의 손상부위를 제거하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

<29> 바람직하게는 상기 폴리머막을 형성하는 단계는 플라즈마발생장치에 H_2 또는 N_2 를 포함하는 제 1공정가스를 유입하여 플라즈마를 형성하는 단계; 상기 플라즈마를 여과하여 주로 라디칼(radical)만을 상기 실리콘기판으로 통과시키는 단계; 할로젠원소를 포함하는 제 2공정가스를 유입하는 단계를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

- <30> 바람직하게는 상기 제 2공정가스는 HF, HCl, BCl₃, HBr 또는 ClF₃ 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 한다.
- <31> 바람직하게는 열처리하여 상기 폴리머막 구성물질 및 원치않는 산화막 구성물질을 분해하여 제거하는 단계는 가열챔버 내에서 열처리(annealing)하거나 자외선(UV)램프 또는 적외선(IR)램프로 가열함으로써 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- <32> 바람직하게는 상기 실리콘기판 표면의 손상부위를 제거하는 단계는 가열챔버 내에서 열처리(annealing)함으로써 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- <33> 더욱 바람직하게는 상기 실리콘기판 표면의 손상부위를 제거하는 단계는 상기 폴리머막 구성물질 및 원치않는 산화막 구성물질을 가열챔버 내에서 열처리한 후 동일챔버 내에서 인-시튜(in-situ)로 진행되는 것을 특징으로 한다.
- <34> 또한, 본 발명은 진공 유지가 가능한 챔버; 실리콘기판을 적재하는 기판적재부; 제 1공정가스 유입부; 플라즈마 발생부; 라디칼만을 기판 쪽으로 통과시키기 위한 여과부; 제 2공정가스 유입부; 및 제 3공정가스 유입부를 구비하는 플라즈마를 이용한 표면처리 방법에 있어서, 상기 챔버 내로 제 1공정가스를 유입하는 단계; 상기 플라즈마 발생부를 이용하여 상기 제 1공정가스를 플라즈마화하는 단계; 상기 챔버 내로 제 2공정가스를 유입하는 단계; 및 각 웨이퍼 공정 진행 후 상기 챔버 내로 챔버 내부의 환경을 일정하게 유지하기 위한 제 3공정가스를 유입하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

- <35> 바람직하게는 상기 제 1공정가스는 H_2 또는 N_2 를 포함하는 가스인 것을 특징으로 한다.
- <36> 바람직하게는 상기 여과부를 접지시키거나, 교류전압을 인가하는 것을 특징으로 한다.
- <37> 바람직하게는 상기 제 2공정가스는 할로겐원소를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <38> 더욱 바람직하게는 상기 제 2공정가스는 HF , HCl , BCl_3 , HBr 또는 ClF_3 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 한다.
- <39> 바람직하게는, 상기 챔버 내부의 환경을 일정하게 유지하기 위한 제 3공정가스는 H , F , O 또는 N 중 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <40> 이하 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도 3 내지 도 6을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 우선, 각 도면의 구성 요소들에 참조 부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 동일한 부호가 사용되고 있음에 유의해야 한다. 그리고, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- <41> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 식각 장치의 구성도로써, 마이크로웨이브 플라즈마를 사용한 건식세정공정을 위한 장치의 구성도이다. 도시된 바와 같이 진공유지가 가능한 챔버(140) 하단에 위치한 기판적재부(160)에 실리콘기판(180)를 올려놓고, N_2 또는 H_2 또는 이들의 혼합가스를 제 1공정가스 유입부(130)로 주입한다. 이때, N_2 또는 H_2 또는 이들의 혼합가스는 플라즈마 발생

및 유지를 위한 캐리어가스로 작용한다. 이어서, 마이크로웨이브 소스 모듈(Microwave Source Module)(110)과 플라즈마 애플리케이션(120)을 가동하여 플라즈마를 발생시키고, 제 2공정가스 유입구(190)를 통해 HF가스를 유입시킨다. 이때, HF 외에 플루오르(Fluorine)를 함유한 할로젠원소, HCl, BCl₃, HBr 또는 ClF₃ 등의 할로젠원소 등도 제 2공정가스로 사용할 수 있다. 상기 과정에서 형성된 플라즈마는 기판쪽으로 내려오는 도중 주로 라디칼만을 통과시키는 여과부(150)에 의해 결국 실리콘 기판(180)에는 라디칼만 내려오게 된다. 한편, 라디칼이 챔버(140) 벽면에 증착되어 부산물 층을 형성하는 것을 방지하고, 실리콘 기판(180) 표면에 집중되도록 하기 위하여 챔버 벽면이 적정 온도를 유지하도록 하는 히터(210)를 구비한다. 또한, 각각의 웨이퍼에 세정 공정을 진행한 후 식각 재현성을 향상시키기 위해 챔버내부의 환경을 일정하게 유지하도록 하는 컨디셔닝 가스로 H, F 가스를 제3공정가스 유입부(200)를 통해 유입한다. 이때, 컨디셔닝 가스로는 H, F, O 또는 N를 포함하는 가스 또는 이들 가스의 혼합가스를 사용할 수 있다.

<42> 상기 사용된 공정가스는 배출구(170)를 통해서 배출된다.

<43> 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈마 식각 장치의 구성도로써, 리모트 플라즈마 방식의 건식세정공정을 위한 장치구조도이다. 도시된 바와 같이 플라즈마를 발생시키기 위해 RF 파워를 걸어준다는 것외에는 상기 마이크로 웨이브 플라즈마 방식의 건식세정 장치와 유사하며, 당 업계에서는 일반적인 장치이므로 상세한 설명은 생략한다.

<44> 도 5a 내지 도 5e는 본 발명의 일 실시예에 따른 자연산화막 및 실리콘 기판 표면의 손상부위 제거과정을 나타내는 단면도로서, 먼저, 도 5a는 실리콘 기판(40) 상부에 층간절연층(41)을 형성한 후 콘택 영역의 상기 층간절연층(41)을 식각하여 콘택홀을 형성한 상태를 나타낸다. 이때, 콘택 영역의 노출된 상기 실리콘 기판(40) 표면이 식각시 손상되어 손상층(42)이 형성되고 그 상부에 자연산화막(43)이 형성됨을 알 수 있다. 이때, 자연산화막(43) 및 손상층(42)은 콘택 저항 또는 누설전류를 증가시켜 소자특성을 저하시키는 치명적인 결함요인으로 작용하므로 이를 제거하는 공정이 필요하게 된다.

<45> 이어서, 도 5b는 H_2 , N_2 가스를 이용한 플라즈마 및 제 2공정가스로 HF가스를 이용하여 원치않는 자연산화막(43) 상부에 $N_xH_yF_z$ 폴리머막(44) 또는 부산물을 형성한 상태를 나타낸다. 이때, 플라즈마를 여과하기 위한 그리드(grade) 또는 배플(baffle)을 접지시키거나 교류전압을 인가하여 플라즈마 중 라디칼(radical)만 기판 표면에 닿도록 한다.

<46> 도 5c는 열처리(annealing) 하여 폴리머막(44)을 제거한 상태를 나타낸다. 이때, 열처리에 의해 폴리머막(44) 구성 성분이 분해되면서 하부의 자연산화막(43) 구성 성분과 결합하여 N_2O , O, F, HF, NH_3 , SiF_4 등의 형태로 여기 되어 방출됨을 알 수 있다. 이때, 폴리머막 또는 부산물의 제거는 열처리 외에 자외선(UV)램프 또는 적외선(IR)램프를 사용할 수도 있다.

<47> 도 5d는 상기 열처리 후, 자연산화막(43)이 제거 되고 표면이 소수(Hydrophobic Clean Surface) 처리된 상태를 나타낸다.

<48> 도 5e는 상기 폴리머막(44) 및 자연산화막(43) 제거를 위한 열처리 후, 동일 챔버에서 인시튜로 진행하여 실리콘 손상층(42)을 제거한 상태를 나타낸다. 이때, 실리콘 손상층(42)은 HF/H_2 , HF/O_2 , NF_3/O_2 , SF_6/O_2 또는 CF_4/O_2 중 어느 하나 이상의 리모트 플라즈마를 이용하여 제거할 수도 있다. 또한, NF_3 , CF_4 , C_2F_2 등의 가스와 O_2 , CO_2 , NO_2 , N_2O , N_2 등과 Xe, Ar 등의 비활성 가스를 적절히 혼합하여 사용할 수도 있다. 만일, 콘택홀 형성을 위한 식각과 같이 메탈 식각을 포함하는 공정 시 발생된 실리콘 기판 표면의 손상을 제거할 경우에는 HCl , ClF_3 등 Cl을 포함하는 리모트 플라즈마를 이용하면 보다 효과적이다.

<49> 아래 표는 제 2 공정가스로 본 발명의 HF를 사용하였을 경우와 종래 일반적인 NF_3 를 사용하였을 경우의 비교표로써, 식각률(Etch Rate), 실리콘 기판 평탄도(Roughness), 메탈 오염 등의 항목에서 크게 개선됨을 알 수 있다.

<50>

Items		HF	NF3	Reference
Etch Rate (Å/min)		42	30	—
Selectivity of Oxide to Nitride (or Si-sub)		> 8	> 6	—
Si Surface Roughness (RMS:nm)		0.2803	0.3623	0.1043
Metal Contaminat ion (/cm ³)	Al	7.91E+10	4.38E+12	3.44E+09
	Cr	1.79E+09	5.36E+09	1.79E+09
	Fe	3.98E+10	1.43E+11	1.66E+09
	Ni	1.60E+09	9.61E+09	1.60E+09
	Cu	2.05E+11	1.65E+11	1.47E+09

<51> 도 6a 및 도 6b는 콘택 프로파일을 나타내는 도면으로써, 도 6a는 자연 산화막 제거 전의 상태를 나타내고, 도 6b는 60초 동안 자연 산화막 공정을 진행한 상태를 나타내는 것으로, 선평(Critical Dimension) 변화 및 기판 손상 등의 콘택 프로파일에 거의 변화가 없음을 알 수 있다.

<52> 한편 상기한 본 발명의 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나 여러 가지 변형이 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 실시될 수 있다. 따라서 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 의하여 정할 것이 아니고 청구범위와 청구범위의 균등한 것에 의하여 정하여져야 할 것이다.

【발명의 효과】

- <53> 본 발명에 따르면 게이트 산화막 성장전에 실리콘 표면에 형성된 자연산화막 또는 화학적 산화막을 제거함으로써 게이트 산화막의 특성저하를 야기하는 것을 방지할 수 있으며,
- <54> 콘택홀 절연막 식각후 노출되는 실리콘 표면에 형성되는 자연산화막 또는 화학적 산화막 및 식각시 발생하는 실리콘표면 손상부위를 제거하여 콘택홀 저항 증가 및 콘택부위 누전을 방지할 수 있고,
- <55> 메탈콘택홀 식각할 때 콘택홀 측벽과 하부메탈 경계부위에 존재하는 폴리머 등 유기오염물을 제거하여 메탈콘택저항을 작게할 수 있으며,
- <56> 에피택셜(epitaxial) 실리콘 성장공정에서 실리콘표면의 자연 산화막 또는 화학적 산화막을 제거하여 양질의 에피택셜 실리콘을 성장시킬 수 있다.
- <57> 반구형(HSG) 실리콘형성공정에서 하부막인 실리콘표면의 자연산화막 또는 화학적 산화막을 제거하여 양질의 반구형을 성장시킬 수 있다.
- <58> 또한, 각 웨이퍼 공정 진행 후 컨디셔닝 가스를 유입시켜 챔버 내부의 환경을 일정하게 유지함으로써 공정 재현성(Uniformity)을 향상시킬 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

실리콘기판 위에 절연층을 포함하여 적어도 하나 이상의 층을 적층한 후, 콘택홀을 형성하기 위한 식각시 유발되는 상기 실리콘기판 표면의 손상부위 및 원치않는 산화막을 제거하기 위한 플라즈마를 이용한 표면처리 방법에 있어서,

상기 원치않는 산화막 상부에 폴리머막을 형성하는 단계;

열처리하여 상기 폴리머막 구성물질 및 원치않는 산화막 구성물질을 분해하여 제거하는 단계;

상기 실리콘기판 표면의 손상부위를 제거하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 방법.

【청구항 2】

제 1항에 있어서, 상기 폴리머막을 형성하는 단계는 플라즈마발생장치에 H_2 또는 N_2 를 포함하는 제 1공정가스를 유입하여 플라즈마를 형성하는 단계;

상기 플라즈마를 여과하여 주로 라디칼만을 상기 실리콘기판으로 통과시키는 단계;

할로젠원소를 포함하는 제 2공정가스를 유입하는 단계를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 방법.

【청구항 3】

제 2항에 있어서, 상기 제 2공정가스는
HF, HCl, BCl₃, HBr 또는 ClF₃ 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 방법.

【청구항 4】

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 열처리하여 상기 폴리머막 구성물질 및 원치않는 산화막 구성물질을 분해하여 제거하는 단계는
자외선 램프 또는 적외선 램프로 가열함으로써 이루어지는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 방법.

【청구항 5】

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 열처리하여 상기 폴리머막 구성물질 및 원치않는 산화막 구성물질을 분해하여 제거하는 단계는
가열챔버에서 열처리함으로써 이루어지는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 방법.

【청구항 6】

제 1항에 있어서, 상기 실리콘기판 표면의 손상부위를 제거하는 단계는

플루오르(F)를 포함하는 가스를 이용한 리모트플라즈마를 이용하여 제거하는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 방법.

【청구항 7】

제 6항에 있어서, 상기 플루오르를 포함하는 가스는 HF/H_2 , HF/O_2 , NF_3/O_2 , SF_6/O_2 또는 CF_4/O_2 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 방법.

【청구항 8】

제 1항에 있어서, 상기 실리콘기판 표면의 손상부위를 제거하는 단계는 Cl 를 포함하는 가스를 이용한 리모트플라즈마를 이용하여 제거하는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 방법.

【청구항 9】

제 1항에 있어서, 상기 실리콘기판 표면의 손상부위를 제거하는 단계는 가열챔버에서 열처리함으로써 이루어지는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 방법.

【청구항 10】

제 5항에 있어서, 상기 실리콘기판 표면의 손상부위를 제거하는 단계는

상기 폴리머막 구성물질 및 원치않는 산화막 구성물질을 분해하여 제거하기 위한 열처리 후 동일 챔버 내에서 인시튜로 진행되는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 방법.

【청구항 11】

진공 유지가 가능한 챔버; 실리콘기판을 적재하는 기판적재부; 플라즈마 발생 및 유지를 위한 캐리어가스가 유입되는 제 1공정가스 유입부; 플라즈마 발생부; 라디칼만을 기판 쪽으로 통과시키기 위한 여과부; 제 2공정가스 유입부; 및 각 웨이퍼 공정 후 챔버 내부 환경을 일정하게 유지하기 위한 컨디셔닝 가스가 유입되는 제 3공정가스 유입부를 구비하는 집적회로 제조를 위한 플라즈마를 이용한 표면처리 방법에 있어서,

상기 챔버 내로 제 1공정가스를 유입하는 단계;

상기 플라즈마 발생부를 이용하여 상기 제 1공정가스를 플라즈마화하는 단계;

상기 챔버 내로 제 2공정가스를 유입하는 단계; 및

각 웨이퍼 공정 후 챔버 내부의 환경을 일정하게 유지하기 위한 제 3 공정가스를 유입하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 방법.

【청구항 12】

제 11항에 있어서, 상기 제 1공정가스는

H_2 또는 N_2 를 포함하는 가스인 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 방법.

【청구항 13】

제 11항에 있어서, 상기 제 2공정가스는

할로젠원소를 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 방법.

【청구항 14】

제 11항에 있어서, 상기 제 2공정가스는

HF , HCl , BCl_3 , HBr 또는 ClF_3 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 방법.

【청구항 15】

제 11항 내지 14항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 챔버 내부의 환경을 일정하게 유지하기 위한 제 3공정가스는



H, F, O 또는 N 중 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 방법.

【청구항 16】

진공 유지가 가능한 챔버;

상기 챔버 내에 설치되며, 실리콘기판을 적재하는 기판적재부;

상기 챔버 내로 플라즈마 발생 및 유지를 위한 제1공정가스를 유입하는 제1공정가스 유입부;

상기 유입된 제1공정가스를 플라즈마화시키는 플라즈마 발생부;

상기 챔버 내, 상기 플라즈마 발생부와 상기 기판적재부 사이에 설치되며, 상기 플라즈마 발생부에 의하여 형성된 플라즈마 중 주로 라디칼만을 기판 쪽으로 통과시키기 위한 여과부;

상기 플라즈마 발생부와 상기 여과부 사이의 소정부위에 설치되며, 제2공정가스를 상기 챔버 내로 유입하는 제2공정가스 유입부; 및

각 웨이퍼 공정 후 챔버 내부의 환경을 일정하게 유지하기 위한 제3공정가스를 상기 챔버 내로 유입하는 제3공정가스 유입부를 구비하는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 장치.

【청구항 17】

제 16항에 있어서, 상기 플라즈마 발생부는 마이크로웨이브 발생장치를 상기 플라즈마 발생을 위한 에너지 공급원으로 사용하는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 장치.

【청구항 18】

제 16항에 있어서, 상기 라디칼이 상기 챔버 벽면에 증착되어 부산물 층을 형성하는 것을 방지하고, 상기 기판 표면에 집중되도록 상기 챔버 벽면이 소정 온도를 유지하도록 하는 가열부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 장치.

【청구항 19】

제 16항에 있어서, 상기 여과부가 접지되어 있음을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 장치.

【청구항 20】

제 16항에 있어서, 상기 여과부가 교류전압이 인가된 그리드임을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 장치.

【청구항 21】

제 16항에 있어서, 상기 제 1공정가스는

H_2 또는 N_2 를 포함하는 가스인 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 방법.

【청구항 22】

제 16항에 있어서, 상기 제 2공정가스는

HF, HCl, BCl_3 , HBr 또는 ClF_3 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 방법.

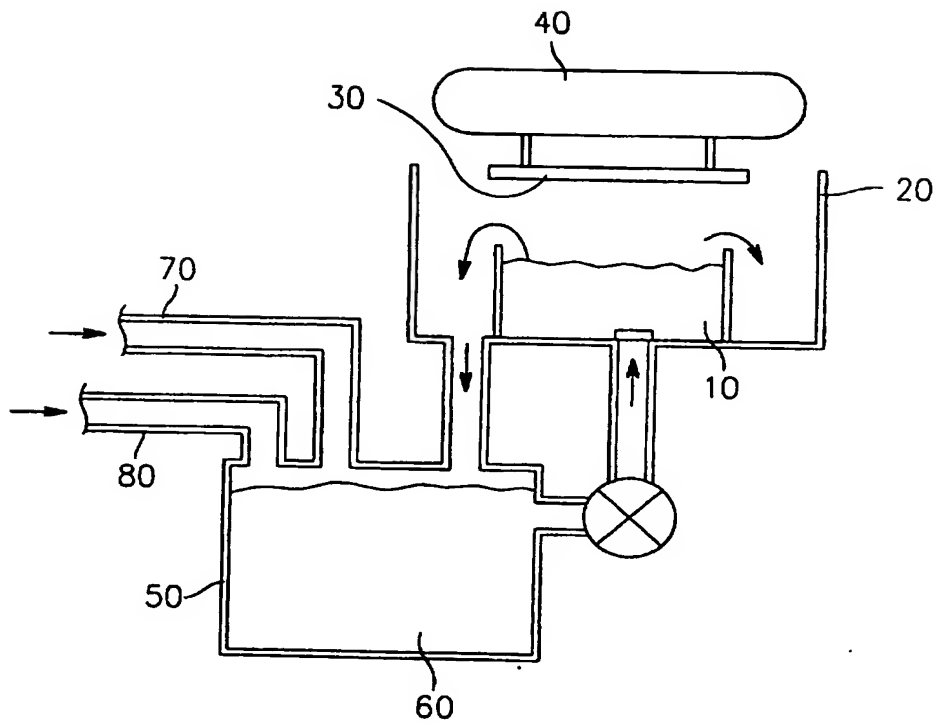
【청구항 23】

제 21항 또는 제 22항에 있어서, 상기 챔버 내부의 환경을 일정하게 유지하기 위한 제 3공정가스는

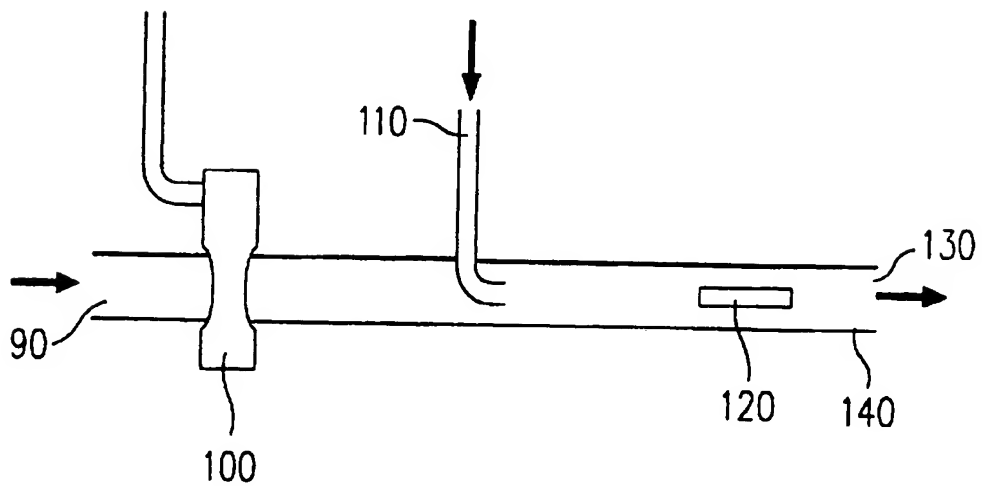
H, F, O 또는 N 중 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 표면처리 방법.

【도면】

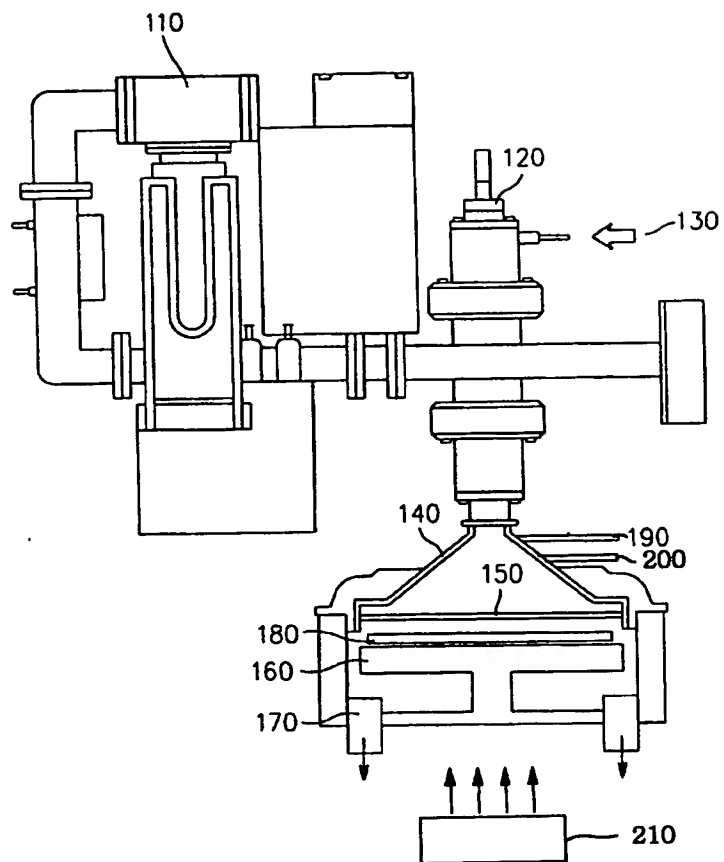
【도 1】



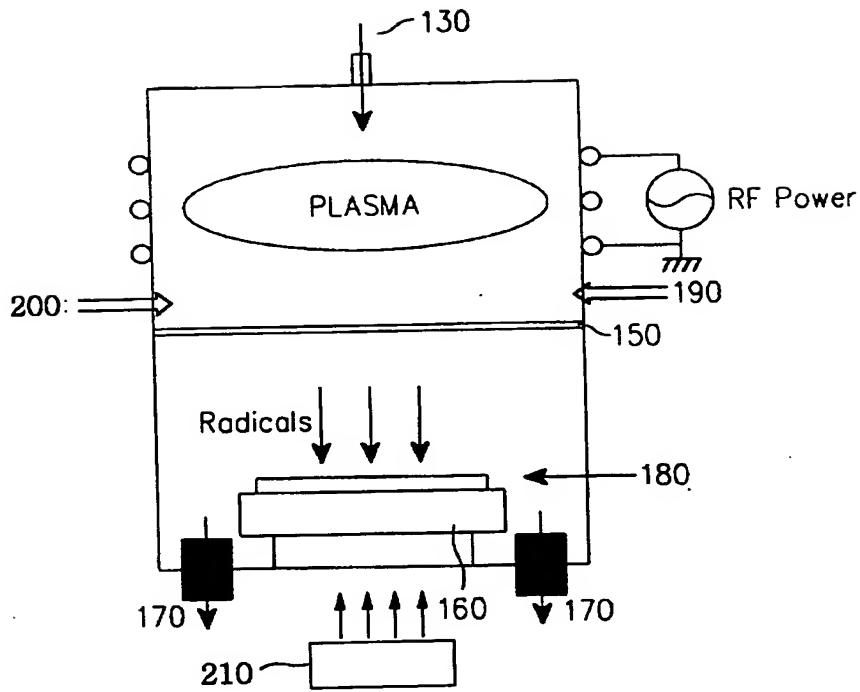
【도 2】



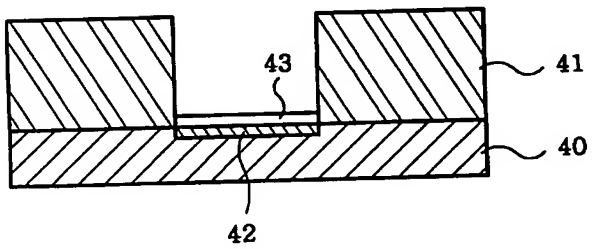
【도 3】



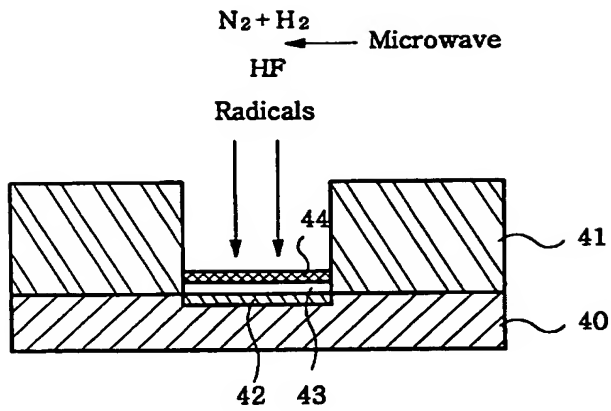
【도 4】



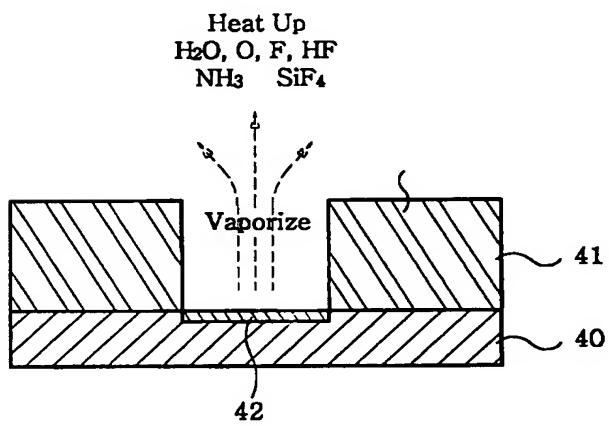
【도 5a】



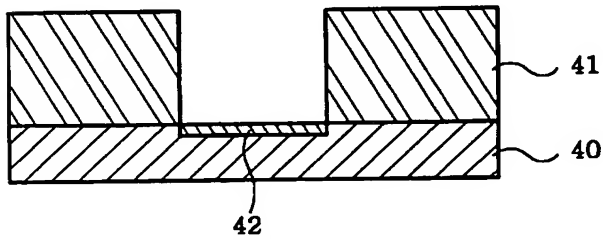
【도 5b】



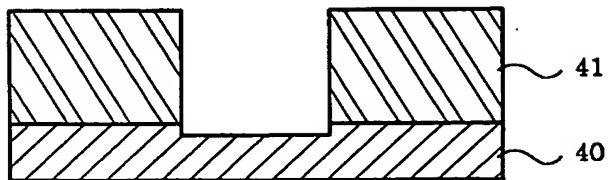
【도 5c】



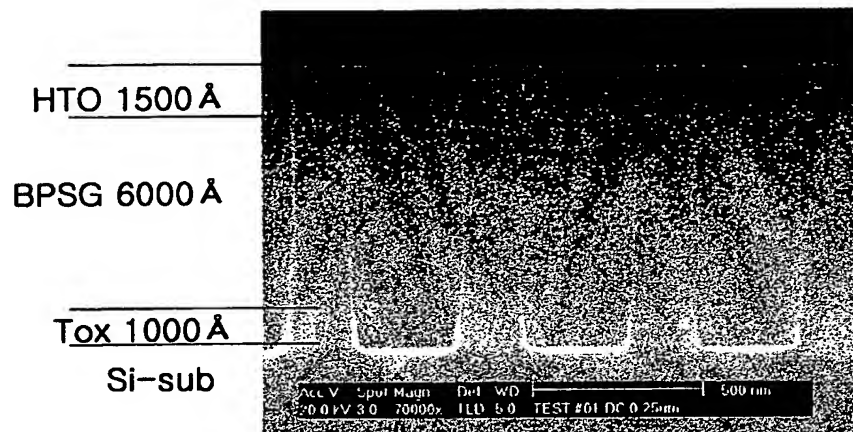
【도 5d】



【도 5e】



【도 6a】



【도 6b】

